

Aus dem Seminar für Medizinische Statistik der
Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. et phil. Karl Freudenberg

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE VARIABILITÄT DER MENSCHLICHEN EPIGLOTTIS

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Klaus Uhl
aus Göttingen

1963

Druck:

ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e. V.
DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE
1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus dem Seminar für Medizinische Statistik der
Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. et phil. Karl Freudenberg

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE VARIABILITÄT DER MENSCHLICHEN EPIGLOTTIS

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Klaus Uhl

aus Göttingen

Dekan: Professor Dr. med. Bernhard Schmidt
Referent: Professor Dr. med. et phil. Karl Freudenberg
Korreferent: Professor Dr. med. Dietrich Pellnitz



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 3.10.1963

Im Fachgebiet der Hals-, Nase- Ohrenheilkunde ist verschiedenen Autoren WACHSMUTH (22), WALDEYER (23), ELZE (2), LUSCHKA (10) aufgefallen, daß bei oberflächlichen Betrachtungen der Epiglottisknorpel einzelner Individuen recht erhebliche Größenunterschiede auftreten können. Untersuchungen von Sektionsmaterial in der Arbeit von OSTERLAND (13) haben ergeben, daß die Kehldeckel bei den Männern und Frauen sowohl in der Länge, der Breite, als auch in der Form unterschiedlich ausfallen. In der folgenden Arbeit soll in Ergänzung der bisherigen Untersuchung nach den wichtigsten Bemerkungen über Anatomie und Histologie, auf die Größenordnungen der Kehldeckel, aufgeteilt nach Geschlecht und Altersklassen, eingegangen werden. Es werden Länge und Breite der Kehldeckel und der daraus resultierende Index errechnet. Um signifikante Werte zu bekommen, und um zu zeigen, ob eine Zunahme der Kehldeckelmaße bei den Männern und eine Abnahme der Maße bei den Frauen im Laufe des Alters echt oder nur scheinbar ist, mußten die auswertbaren Ergebnisse mathematisch statistisch abgesichert werden.

Der Kehlkopf ist anatomisch ein Bestandteil des Respirationstraktes. Funktionell stellt er eine Schutzfunktion für die Luftwege dar und dient gleichzeitig der Stimmbildung. Zur Gewährleistung einer unabhängigen Funktion der Atmungs- und Verdauungswege und seiner Aufgabe bei der Stimmbildung ist das Knorpelskelett und seine Muskulatur aus zahlreichen Einzelementen aufgebaut, die individuell recht verschieden geformt sein können.

WACHSMUTH (22)

Im Vorhofsabschnitt ist das Atemrohr je durch einen dorsalen und ventralen Pfeiler der Länge nach versteift: Der ventrale ist die *Cartilago epiglottidis*, die mit ihrem caudalen Abschnitt direkt in die Vorhofswand einbezogen ist. Der dorsale Pfeiler wird von den beiden Stellknorpeln, die faltbare Seitenwand durch die *Membrana quadrangularis* bindegewebig unterlegt. Durch das *Ligamentum thyreoepiglottidis* wird der Stiel des *Cartilago epiglottidis* auf den Schildknorpel federnd fixiert. Dieser besteht aus elastischem Knorpel. Während der größte Teil des Knorpelblattes, die *Pars pharyngica*, blattförmig in den Rachenraum vorspringt, verschmälert sich die *Pars laryngica*, eingehettet in die Vorhofswand, nach unten. Das untere Ende, der *Petiolus*, ist im Winkel des Schildknorpels fest verankert.

Bei näherer Betrachtung des Epiglottisknorpels bestehen unterschiedliche Differenzierungsgrade in allen Altersgruppen vom Foeten bis zum Greis ELZE (2), LUSCHKA (10). Der Kehldeckel weist meist eine Sattelform auf HENKE (6), wobei die linguale Fläche in coronaler Richtung konvex, in laryngealer querkonkav und längskonvex und in sagittaler Richtung konkav ist. Häufig findet man auch Omega-, Hufeisen- und Spitzbogenformen. WALDEYER (23) schließt daraus, daß "die Funktion voraussichtlich zwar Einfluß auf die quantitative Ausbildung einer vorhandenen Form, aber nicht auf die Hervorbringung der spezifischen Form einzelner Kehldeckel besitzt."

Der Kehldeckel ist beim Neugeborenen im Verhältnis zum übrigen Körper relativ groß; die Querausdehnung überwiegt gegenüber der sagittalen Ausdehnung. So hat der Epiglottisknorpel bei der Geburt eine

stark gebogene Omegaform, die man in Ausnahmefällen auch bei Erwachsenen finden kann. In der Kindheit überwiegt zunächst das Wachstum in der Längsausdehnung. Vom 5. Lebensjahr bis zur Pubertät sind dann nur noch geringe Dimensionsveränderungen feststellbar. MARTIN (11). In der Pubertät schließlich macht der Kehledeckel einen Wachstumsschub durch, der sich sowohl beim männlichen als auch beim weiblichen Geschlecht recht unterschiedlich auswirkt. Bei den Frauen vergrößern sich die Dimensionen nahezu gleichmäßig WACHSMUTH (22), beim männlichen Geschlecht nimmt neben der Längenzunahme auch die Größe des subepiglottischen Raumes zu. Somit sind erst nach der Pubertät die vergleichbaren Maße unterschiedlich. Die größte Länge des Knorpels bleibt nach WALDEYER (23), MARTIN (11) bei der Frau durchschnittlich um je ein Drittel, die größte Breite um etwa ein Achtel hinter den entsprechenden Maßen beim Mann zurück. Im Laufe des Alters spielen bei beiden Geschlechtern bei der Ausbildung von Form und Größe des Knorpels und der teilweise auftretenden Ossifikation wahrscheinlich innersekretorische Einflüsse eine Rolle. Hierbei bleibt die Frage offen, ob die Tendenz zu mehr oder weniger Verkalkung bzw. Verknöcherung ererbt, oder eine Funktion äußerer oder innerer Einflüsse ist. WALDEYER (23), SCHADE (19), FRÄNKEL (3).

Auf den histologischen Aufbau des Kehledeckels soll nur kurz eingegangen werden. Die Grundsubstanz besteht aus elastischem Knorpel, dieser wiederum aus kollagenen Fibrillen, Netzen und elastischen Fasern, die von Interzellulärsubstanz durchsetzt werden. Das umgebende Perichondrium ist reich an elastischen Fasern. Die laryngeale Schleimhaut wird von einem zarten Flimmerepithel bedeckt, das fest mit dem Perichondrium verwachsen ist und zahlreiche Drüsenöffnungen enthält. Die pharyngeale Seite weist als Fortsetzung der Rachenschleimhaut die typischen Geschmacksknospen auf. Schließlich enthält die Hinterfläche des Kehledeckels noch zahlreiche Lymphfollikel MÖLLENDORF (12).

Eigene Ergebnisse:

A. Darstellung der eigenen Untersuchungsmethoden.

Grundlagen der vorliegenden Untersuchungen sind die durchgeführten Kehledeckelmessungen an Hand von Sektionsmaterial aus verschiedenen Berliner Krankenhäusern. Einschließlich des Materials aus der Inaugural-Dissertation von OSTERLAND (13) wurden insgesamt 814 Messungen durchgeführt. Davon entfielen 408 auf das männliche und 406 Messungen auf das weibliche Geschlecht. Weiterhin wurde eine genaue Verteilung der Individuen auf einzelne Altersklassen vorgenommen, d. h. die Meßergebnisse aller Kehledeckellängen und -breiten wurden nach Altersklassen von je 10 Jahren errechnet und in Tabellen aufgestellt.

Tabelle 1: Verteilung der Kehldeckel nach Alter und Geschlecht.

Alter in Jahren	männlich	weiblich	Summe
30 - 40	70	80	150
40 - 50	76	77	153
50 - 60	85	69	154
60 - 70	79	73	152
70 und mehr	98	107	205
	408	406	814

Dabei mußte auf die zahlmäßig zu gering vertretenen, jüngeren Altersklassen von 0 - 30 Jahren verzichtet werden, in denen nicht genügend Material zur statistischen Auswertung vorlag.

Um rechnerisch zwei absolute Maßzahlen, also Länge und Breite der Kehldeckel zu einer einzigen Zahl zu verbinden, wurde als relative Maßzahl ein Index bestimmt, nämlich der Breiten-Längen-Index, also der Quotient aus Breite durch Länge.

Um einen Überblick über die verschiedene Ausdehnung des Epiglottisknorpels zu bekommen, wurde der Kehldeckel aus dem Bandapparat herauspräpariert. Wie in der Arbeit von OSTERLAND (13) wurde folgende Methode angewandt:

- 1.) Durchtrennung der Plica glossoepiglottica medialis und der Plicae glossoepiglotticae laterales.
- 2.) Durchschneidung der Plica aryepiglottica.
- 3.) Ablösung der Epiglottis vom Ligamentum hyoepiglotticum und Ligamentum thyroepiglotticum.

Bänder und Schleimhautfalten wurden direkt am Übergang zum Knorpelgewebe entfernt. Die Fixierung erfolgte dann in 10% Formalinlösung. Anschliessend wurden an jedem Knorpel bestimmte Meßpunkte festgelegt. Die Länge erstreckte sich von dem Mittelpunkt des cranialen Randes entlang der Carina epiglottica bis zur Petiolusspitze: Ansatzspitze des Ligamentum thyroepiglotticum. Die Breite wurde zwischen den Ansätzen der Plicae aryepiglotticae gemessen. Die Meßergebnisse wurden mit einem Stechzirkel abgegriffen und dann mit Hilfe einer Schublehre bis auf ein Zehntel Millimeter genau abgelesen.

Da die ausgewerteten Untersuchungsergebnisse jedoch ohne mathematisch-statistische Absicherung nur bedingt aussagefähig sind und Angaben über vergleichende Messungen anderer Autoren in der Literatur bisher noch fehlen, wurde die Untersuchung um folgende statistische Prüfungsmethoden erweitert:

B. Statistische Prüfungsmethoden:

1. Das arithmetische Mittel.

Innerhalb einer Klasse werden die Einzelwerte addiert und die Summe durch n, d. h. die Zahl der Werte, dividiert. Der errechnete Wert ist

der Durchschnittswert oder das arithmetische Mittel.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots x_n}{n}$$

2. Die Streuung.

Nachdem nun das arithmetische Mittel bekannt ist, wird errechnet, in wie weit die Einzelwerte vom errechneten Mittelwert abweichen. Als Maß der Verteilung der einzelnen Abweichungen vom Mittelwert ist die mittlere quadratische Abweichung allgemein üblich. Zu ihrer Gewinnung werden die einzelnen Abweichungen vom Mittelwert ins Quadrat erhoben und ihre Summe durch n dividiert. Aus dem Ergebnis wird dann die Quadratwurzel gezogen. Die mittlere quadratische Abweichung wird auch kurz "mittlere Abweichung" genannt und hat das Symbol σ .

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

Für solche Meßreihen hat sich die mittlere quadratische Abweichung als das beste Streuungsmaß herausgestellt.

Der errechnete Durchschnitt ist der wahrscheinlichste mittlere Wert des wirklichen Durchschnitts, der sich bei unbegrenzter Vergrößerung des Kollektivs ergäbe; die beobachteten Durchschnittswerte solcher Reihen streuen um diesen unbekannten wahren Wert, und das Maß dieser Streuung wird als der mittlere Fehler des Mittelwertes bezeichnet. Beide Größen, die mittlere quadratische Abweichung und der mittlere Fehler des Mittelwertes stehen in einem festen Abhängigkeitsverhältnis. Es beträgt:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Da sich der Fehlerbereich symmetrisch verteilt, erhält er die Bezeichnung $\pm$, da mit gleicher Wahrscheinlichkeit eine Abweichung nach der positiven wie nach der negativen Seite überschritten werden kann. Weiter wurde dann geprüft, ob bei dem Vergleich von Messungsreihen ihre Streuungen absolut und relativ gleich groß sind. Aus diesem Grunde werden die absoluten Ergebnisse aus der Berechnung von σ in ein relatives Streuungsmaß überführt. Dies ist der Variabilitätskoeffizient. Berechnet wird er, indem σ durch das arithmetische Mittel dividiert wird. Meistens wird dieser Wert in Prozent angegeben; er muß dann mit 100 multipliziert werden.

$$v = \frac{100 \cdot \sigma}{\bar{x}}$$

3. Gegenseitige Abhängigkeit.

Während mit Hilfe der ersten beiden Methoden geprüft wird, wie sich Durchschnitt und Streuung je eines Maßes für sich allein betrachtet, verhalten, wird mit Hilfe der Korrelationsrechnung festgelegt, ob und welche Zusammenhänge zwischen je zwei Merkmalen in einzelnen Meßreihen bestehen und wie hoch der Grad des Zusammenhanges zu beurteilen ist. Zwei Meßreihen wirken sich statistisch in ihrem Zusammenhang immer zweiseitig aus. Gegebenenfalls besteht eine Abhängigkeit der Werte y von den Werten x und ebenso der Werte x von den Werten y ; in der Korrelation kommt jedoch dies nicht zum Ausdruck, sondern der Korrelationskoeffizient ist ein Maß der gegenseitigen Beziehung. Eine positive Korrelation liegt dann vor, wenn sich zwei Zahlen überwiegend gleichsinnig verhalten, bei gegensinnigem Verhalten sprechen wir von einer negativen Korrelation. Der Grad und das Vorzeichen der Korrelation kommen durch den Korrelationskoeffizienten zum Ausdruck. Dieser wird nach folgender Formel berechnet:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x}) (y - \bar{y})}{\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}}}$$

Beträgt der Wert $r = +1$, so besteht eine vollkommene positive Korrelation, während $r = -1$ eine absolute negative Korrelation bedeutet. Bei $r = 0$ ist eine Korrelation nicht vorhanden.

4. Signifikanztest.

Will man den Mittelwert zweier verschiedener Stichproben daraufhin untersuchen, ob sie mit großer Wahrscheinlichkeit verschieden sind, so betrachtet man die zufällige veränderliche $\Delta = x_1 - x_2$ und prüft, mit welchem Grad von Wahrscheinlichkeit die Nullhypothese $\Delta = 0$ richtig sein könnte. Es sei der mittlere Fehler der Differenz Δ mit σ_{Δ} , dann ist:

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

wenn σ_1 und σ_2 die mittleren Abweichungen von $\bar{x}_1$ und $\bar{x}_2$ und n_1 und n_2 die Umfänge der beiden Stichproben sind. Aus der Größe von

$$t = \frac{\Delta}{\sigma_{\Delta}}$$

läßt sich dann mit Hilfe einer Tafel für die Werte der Normalverteilung feststellen, welche Wahrscheinlichkeit für die Gültigkeit der Nullhypothese besteht. Häufig beurteilt man diese Wahrscheinlichkeit so, daß man bei einem $t > 2$ ein Zutreffen der Nullhypothese für unwahrscheinlich und bei $t > 3$ für praktisch unmöglich erklärt. Diese Grenzwerte sind selbstverständlich nur konventionell; doch geben sie in je-

dem Fall ein Maß der Signifikanz dafür, daß die Nullhypothese nicht zutreffen kann.

C. Auswertung der untersuchten Meßreihen.

Im folgenden Abschnitt werden die nach bestimmten Gesichtspunkten aufgegliederten Meßreihen ausgewertet. Dabei wird so vorgegangen, daß die Meßergebnisse unter Berücksichtigung der für sie errechneten, statistischen Werte einzeln diskutiert werden. Die Durchschnittswerte der Kehldeckellänge, der -breite und des daraus resultierenden Index (Breite : Länge) sind jeweils aus den gemessenen Zahlenwerten für jede Altersklasse der Geschlechter errechnet. Die Trennung des Materials in fünf Altersgruppen war deshalb sinnvoll, weil man eine Aussage über eine eventuelle Veränderung der Meßergebnisse mit dem Alter machen wollte. Die Durchschnittswerte sind in cm angegeben.

1. Längenmessungen:

Tabelle 2: Durchschnittslänge der Kehldeckel bei den Männern und ihre Streuung in den einzelnen Altersklassen.

Alter	n	Durchschnitts- alter	$\bar{x}$	σ_x^2	σ_x	$\sigma_{\bar{x}}^2$	$\sigma_{\bar{x}}$	v in %
30-40	70	36,6	3,67	0,253	0,503	0,00361	0,0601	13,7
40-50	76	44,1	3,60	0,155	0,394	0,00204	0,0452	10,9
50-60	85	55,2	3,80	0,163	0,404	0,00192	0,0438	10,4
60-70	79	65,2	3,76	0,157	0,396	0,00199	0,0446	10,5
70 u. m	98	78,6	3,75	0,193	0,439	0,00198	0,0445	11,4

Tabelle 3: Durchschnittslängen der Kehldeckel bei den Frauen und ihre Verteilungsform in den einzelnen Altersklassen.

Alter	n	Durchschnitts- alter	$\bar{x}$	σ_x^2	σ_x	$\sigma_{\bar{x}}^2$	$\sigma_{\bar{x}}$	v in %
30-40	80	35,8	3,33	0,180	0,424	0,00225	0,0474	12,7
40-50	77	46,9	3,28	0,110	0,332	0,00143	0,0378	10,3
50-60	69	55,3	3,26	0,149	0,386	0,00216	0,0466	11,8
60-70	73	65,9	3,26	0,104	0,323	0,00129	0,0359	9,6
70 u. m	107	78,9	3,25	0,212	0,460	0,00198	0,0445	14,1

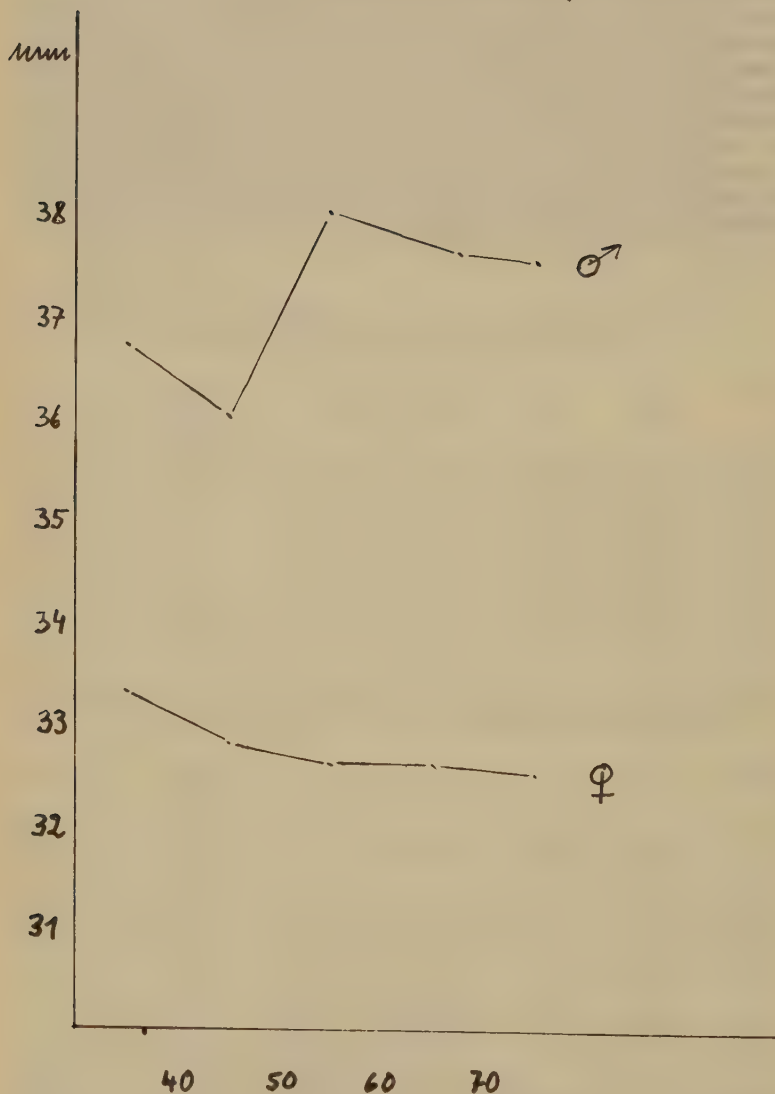
Graphische Darstellung s. S. 12.

Die arithmetischen Mittel der Längenmaße lassen beim männlichen Geschlecht mit zunehmendem Alter eine wahrscheinliche Zunahme der Kehldeckel erkennen. Während im 4. Dezennium die Länge $\bar{x} = 3,67$ cm beträgt, nimmt sie vom 4. zum 6. Jahrzehnt um 0,13 cm

zu und fällt zum letzten Dezennium um 0,05 cm leicht ab.

Die durchschnittliche Kehldeckellänge der Frauen ist geringer als bei den Männern. Sie beträgt im 4. Dezennium nur $\bar{x} = 3,33$ cm, nimmt im Laufe der einzelnen Altersklassen laufend bis auf $\bar{x} = 3,25$ cm, also um insgesamt 0,08 cm ab. Die mittlere quadratische Abweichung liegt bei den Männern zwischen $\sigma_x = 0,39$ cm und $\sigma_x = 0,50$ cm; bei den Frauen zwischen $\sigma_x = 0,32$ cm und $\sigma_x = 0,46$ cm. Der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels zeigt bei den Männern Werte zwischen $\sigma_{\bar{x}} = 0,04$ cm und $\sigma_{\bar{x}} = 0,06$ cm an, bei den Frauen zwischen $\sigma_{\bar{x}} = 0,04$ cm und $\sigma_{\bar{x}} = 0,05$ cm an. Die Variabilität der Länge, ausgedrückt durch den Variabilitätskoeffizienten liegt bei den Männern zwischen $v = 10,4\%$ und $v = 13,7\%$, bei den Frauen wiederum zwischen $v = 9,6\%$ und $v = 14,1\%$.

Durchschnittslänge d. Kehledeckel.



Lebensalter in Jahren.

2. Breitenmessungen:

Tabelle 4: Durchschnittsbreiten der Kehldeckel bei den Männern und ihre Streuung in den einzelnen Altersklassen.

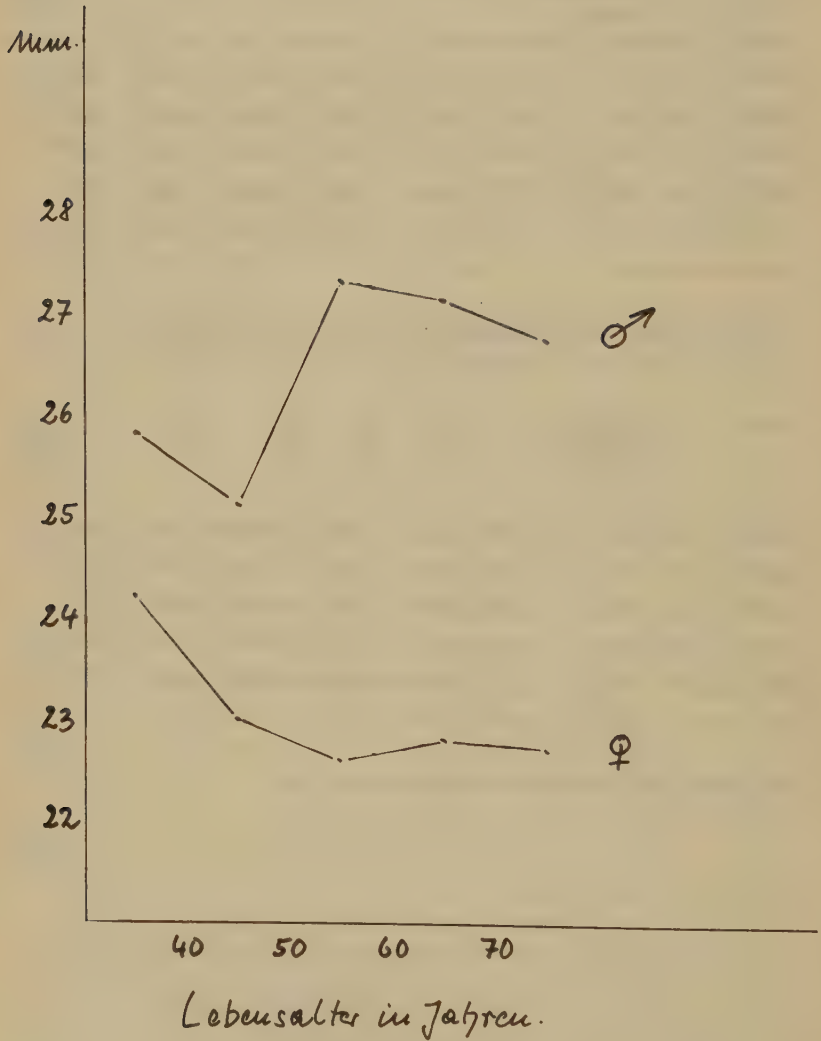
Alter	n	Durchschnitts- alter	$\bar{x}$	σ_x^2	σ_x	$\sigma_{\bar{x}}^2$	$\sigma_{\bar{x}}$	v in %
30-40	70	36,6	2,58	0,112	0,335	0,00160	0,0400	12,9
40-50	76	44,1	2,51	0,098	0,316	0,00129	0,0359	12,6
50-60	85	55,2	2,73	0,093	0,305	0,00110	0,0332	11,2
60-70	79	65,2	2,71	0,106	0,326	0,00134	0,0336	11,7
70 u. m.	98	78,6	2,67	0,102	0,319	0,00104	0,0323	12,0

Tabelle 5: Durchschnittsbreiten der Kehldeckel bei den Frauen und ihre Streuung in den einzelnen Altersklassen.

Alter	n	Durchschnitts- alter	$\bar{x}$	σ_x^2	σ_x	$\sigma_{\bar{x}}^2$	$\sigma_{\bar{x}}$	v in %
30-40	80	35,8	2,42	0,107	0,327	0,00134	0,0366	13,5
40-50	77	46,9	2,30	0,069	0,263	0,00089	0,0299	11,4
50-60	69	55,3	2,26	0,054	0,232	0,00078	0,0279	10,3
60-70	73	65,9	2,28	0,056	0,237	0,00077	0,0277	10,4
70 u. m.	107	78,9	2,27	0,068	0,261	0,00064	0,0253	11,0

Graphische Darstellung der Tabellen s. S. 14.

Durchschnittsbreite d. Kehledeckel.



Das arithmetische Mittel der Kehldeckelbreiten nimmt bei den Männern in den einzelnen Altersklassen proportional der Länge mit einer gewissen Inkonstanz zu. Im 4. Dezennium beträgt der Wert $\bar{x} = 2,58$ cm; erreicht den höchsten Wert von $\bar{x} = 2,73$ cm im 6. Dezennium und fällt in der letzten Altersklasse wiederum um 0,06 cm gering auf $\bar{x} = 2,67$ cm ab. Bei den Frauen nimmt die Durchschnittsbreite noch inkonstanter ab, als sie bei den Männern zunimmt. Während der Wert im 4. Dezennium $\bar{x} = 2,42$ cm beträgt, zum 6. Dezennium um 0,16 cm auf $\bar{x} = 2,26$ cm abfällt, bleibt er in den letzten Altersklassen praktisch unverändert. Die mittlere quadratische Abweichung der Breitenmaße liegt bei den Männern in den einzelnen Altersklassen zwischen

$\sigma_x = 0,33$ cm und $\sigma_{\bar{x}} = 0,30$ cm. Bei den Frauen bewegt er sich zwischen $\sigma_x = 0,33$ cm und $\sigma_x = 0,23$ cm. Der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels ergibt bei beiden Geschlechtern mittlere Werte von $\sigma_{\bar{x}} = 0,04$ cm bis $\sigma_{\bar{x}} = 0,03$ cm. Bei den Männern beträgt der größte Wert der Variabilitätskoeffizienten der Durchschnittsbreiten $v = 12,9\%$, der niedrigste $v = 11,2\%$. Bei den Frauen liegt das höchste Ergebnis bei $v = 13,5\%$, der niedrigste Wert bei $v = 10,3\%$.

3. Bestimmung der relativen Maßzahl: Der Quotient.

Tabelle 6: Durchschnittsquotienten (Indices) der Kehldeckel bei den Männern und ihre Streuung in den einzelnen Altersklassen.

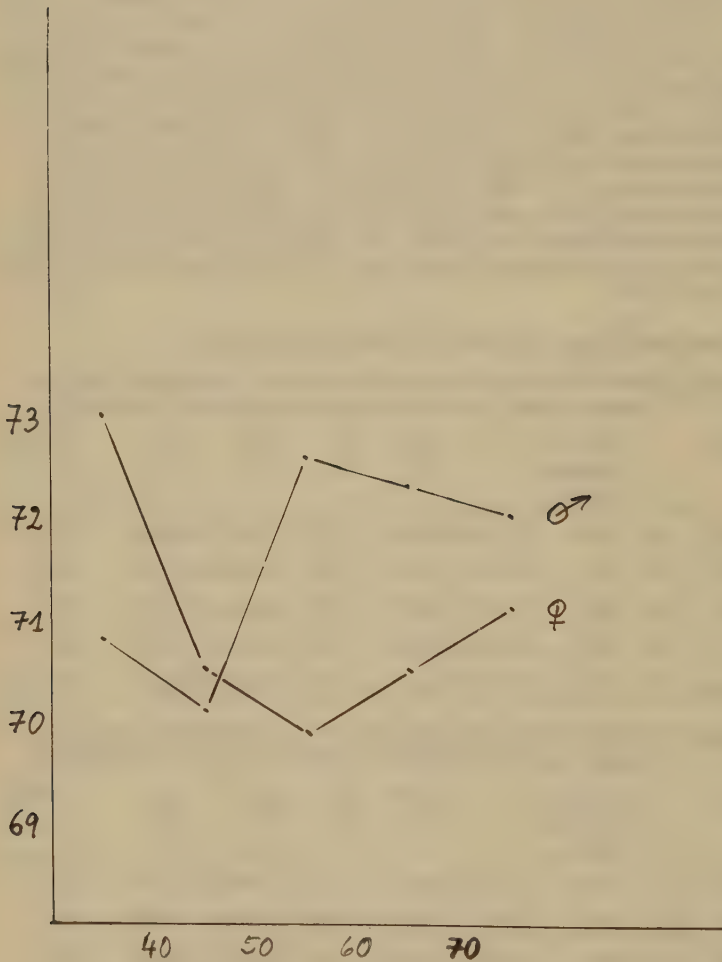
Alter	n	Durchschnitts- alter	$\bar{x}$	σ_x^2	σ_x	$\sigma_{\bar{x}}^2$	$\sigma_{\bar{x}}$	v in %
30-40	70	36,6	0,708	0,005	0,071	0,00007	0,008	10,6
40-50	76	44,1	0,701	0,007	0,084	0,00009	0,009	12,0
50-60	85	55,2	0,726	0,010	0,100	0,00011	0,011	13,8
60-70	79	65,2	0,723	0,008	0,089	0,00010	0,010	12,3
70 u. m.	98	78,6	0,720	0,011	0,105	0,00011	0,010	14,6

Tabelle 7: Durchschnittsquotienten (Indices) der Kehldeckel bei den Frauen und ihre Streuung in den einzelnen Altersklassen.

Alter	n	Durchschnitts- alter	$\bar{x}$	σ_x^2	σ_x	$\sigma_{\bar{x}}^2$	$\sigma_{\bar{x}}$	v in %
30-40	80	35,8	0,730	0,006	0,077	0,00008	0,009	10,4
40-50	77	46,9	0,705	0,007	0,084	0,00009	0,009	11,1
50-60	69	55,3	0,699	0,011	0,105	0,00016	0,019	15,0
60-70	73	65,9	0,705	0,007	0,084	0,00010	0,010	11,9
70 u. m.	107	78,9	0,711	0,012	0,109	0,00011	0,010	14,9

Graphische Darstellung der Tabellen s. S. 16.

Durchschnittsquotienten d. Kehldeckel.



Lebensalter in Jahren.

Um beide Dimensionen, also Kehldeckellänge und -breite zueinander in Beziehung zu setzen, wurde für jeden einzelnen Fall der Kehldeckelindex bestimmt, der Quotient aus Breite und Länge. Diese relative Maßzahl läßt eine deutliche Aussage über die Form des Kehldeckels zu, analog des üblichen Schädelindex. Diese einzelnen Werte des Index wurden dann für jede Altersklasse und für jedes Geschlecht genauso als Kollektiv behandelt wie die Werte jeder Dimension für sich allein; es wurden also auch aus diesen Werten die Durchschnitte und Streuungsmaße berechnet. Da die Indices mittels Division einer in cm ausgedrückten Größe durch eine andere in cm ausgedrückte entstanden sind, sind sie unbenannte Zahlen.

Der Durchschnittsindex bei den Männern stieg inkonstant im 4. Dezennium von $\bar{x} = 0,71$ auf $\bar{x} = 0,73$ im 6. Dezennium an und fällt dann in der letzten Altersklasse auf $\bar{x} = 0,72$ ab. Bei den Frauen fällt der Index von $\bar{x} = 0,73$ im 4. Dezennium auf $\bar{x} = 0,70$ im 5., 6. und 7. Jahrzehnt ab und steigt in der letzten Altersklasse wiederum um $0,01$ cm an. Die mittlere quadratische Abweichung des Index liegt bei den Männern zwischen $\sigma_x = 0,07$ und $\sigma_x = 0,10$, bei den Frauen zwischen $\sigma_{\bar{x}} = 0,08$ und $\sigma_{\bar{x}} = 0,11$. Der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels wies bei beiden Geschlechtern Werte von

$\sigma_{\bar{x}} = 0,009$ bis $\sigma_{\bar{x}} = 0,019$ auf. Die Variabilität des Index stieg bei den Männern in den einzelnen Altersklassen inkonstant von $v = 10,6\%$ auf $v = 14,6\%$ an. Bei den Frauen schwankte er zwischen $v = 10,4\%$ und $v = 15,0\%$.

Anschließend wurden mit Hilfe der Korrelationsrechnung die Zusammenhänge von Kehldeckellänge und Alter bei den Männern und Frauen getrennt untersucht, um den Grad der Zusammenhänge zu messen. Das Maß für die Strammheit der Beziehung zweier Größen ist der Korrelationskoeffizient r . In diesen Berechnungen bedeutet x das Alter und y die Kehldeckellänge für das betreffende Geschlecht. Die Zahlen für die Berechnung von r sind in den Tabellen 8 und 9 nach einzelnen Altersjahrzehnten getrennt angegeben, um die Anschauung zu erleichtern; es kommt jedoch nur auf die Summen der einzelnen Spalten für die Berechnung an.

Tabelle 8: Bestimmung des Korrelationskoeffizienten zwischen Alter und Kehldeckellänge bei den Männern.

Alters- klasse	n	x	y	(x- $\bar{x}$)	(y- $\bar{y}$)	(x- $\bar{x}$) ²	(y- $\bar{y}$) ²	(x- $\bar{x}$)(y- $\bar{y}$)
30-40	70	2457	256, 70	-1519, 0	-4, 60	33465, 8	19, 148	+113, 520
40-50	76	3429	273, 92	- 887, 8	-8, 80	11019, 4	12, 717	+100, 700
50-60	85	4649	322, 65	- 179, 0	+6, 45	1042, 2	14, 460	- 21, 538
60-70	79	5112	298, 21	+ 624, 8	+4, 33	5475, 4	12, 801	+ 44, 536
70-80	66	4908	251, 05	+1159, 2	+5, 53	20822, 4	10, 713	+103, 948
80 u. m.	32	2621	116, 58	+ 803, 4	-2, 46	20297, 8	9, 813	- 66, 162
	408	23176	1519, 11	+ 1, 6	-0, 45	92648, 0	79, 652	+275, 004
$\bar{x}$ =		56, 8						
$\bar{y}$ =			3, 72					

$$\begin{aligned}
 G_{xy} &= \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n} \\
 G_x^2 &= \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} \\
 G_y^2 &= \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} \\
 r &= \frac{\frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n}}{\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} \cdot \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}}}
 \end{aligned}$$

In unserem Fall beträgt der Korrelationskoeffizient r bei den Männern

$$r = + 0, 101.$$

Das bedeutet, daß bei den Männern die beiden Meßreihen wahrscheinlich in einer gleichsinnigen Abhängigkeit stehen, und zwar beträgt der Grad der Korrelation r = + 0, 101.

$$r = + 0, 101$$

Tabelle 9: Bestimmung des Korrelationskoeffizienten zwischen Alter und Kehldeckel bei den Frauen.

Alters- klasse	n	x	y	$(x-\bar{x})$	$(y-\bar{y})$	$(x-\bar{x})^2$	$(y-\bar{y})^2$	$(x-\bar{x})(y-\bar{y})$
30-40	80	2824	266, 59	-1720, 0	+4, 19	37735, 6	14, 390	-55, 940
40-50	77	3484	252, 39	- 889, 6	+0, 83	10940, 6	8, 662	-14, 974
50-60	69	3778	225, 23	- 141, 2	-1, 08	960, 7	10, 222	+10, 904
60-70	73	4781	273, 71	+ 634, 6	-1, 73	6134, 8	7, 516	+ 0, 822
70-80	77	5784	250, 22	+1350, 4	-2, 35	24308, 0	17, 258	-38, 080
80 u. m.	30	2480	97, 74	+ 776, 0	-0, 66	20192, 0	5, 574	-11, 612
	406	23071	1329, 88	+ 10, 2	-0, 79	100272, 7	63, 622	-108, 880

$$\bar{x} = 56,8$$

$$\bar{y} = 3,28$$

$$1. \quad \sigma_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n} = -0,267$$

$$2. \quad \sigma_x^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} = 246,98$$

$$3. \quad \sigma_y^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} = 0,157$$

$$4. \quad r = \frac{\frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n}}{\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} \cdot \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}}} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Bei den Frauen betrug der Koeffizient $r = -0,043$. Das bedeutet, daß eine gegensinnige Beziehung von $r = -0,043$ zwischen Alter und Kehldeckellänge besteht.

Um die Zufallsschwankungen auszuschalten, kann für den Fall einer linearen Abhängigkeit eine Glättung dadurch erfolgen, daß man diese Funktion zahlenmäßig so festlegt, daß sie sich dem Verlauf der abhängigen Variablen am besten anpaßt. Mit Hilfe der Gleichung für die Gerade ($y = a + b x$) erhält man durch Differenziation nach b den Regressionskoeffizienten

$$b_{yx} = \frac{xy}{x^2}$$

Das heißt, daß alle Punkte der gesuchten Geraden sich nach dieser Formel errechnen lassen, die die beste Annäherung an die gegebenen Punkte besitzt. Das bedeutet in unserer Arbeit, daß durchschnittlich pro Jahr bei den Männern die Kehldeckellänge um $b_{yx}^m = + 0,0029$ cm, bei den Frauen um $b_{yx}^w = - 0,0010$ cm zunimmt. Der mittlere Fehler der Neigung b betrug bei den Männern

$$b_{yx}^m = 0,0014 \frac{\text{cm}}{\text{Jahr}}$$

Bei den Frauen

$$b_{yx}^w = 0,0012 \frac{\text{cm}}{\text{Jahr}}$$

Zusammenfassend können wir also sagen, daß bei den Männern der Tangens des Neigungswinkels bei 5% Niveau zwischen

$$b_{yx}^m = + 0,002968 - 1,960 \cdot 0,0014$$

und

$$b_{yx}^m = + 0,002968 + 1,960 \cdot 0,0014$$

liegt, d. h. zwischen $- 0,000151$ und $+ 0,005785$.

Bei den Frauen liegt der Tangens des Neigungswinkels bei 5% Niveau zwischen

$$b_{yx}^w = - 0,001081 - 1,960 \cdot 0,0012$$

und

$$b_{yx}^w = - 0,001081 + 1,960 \cdot 0,0012$$

d. h. zwischen

Mit Hilfe der t-Verteilung wurde nun geprüft, ob das positive Vorzeichen der Neigung b^m bei den Männern durch Zufall der kleinen Zahlen bedingt sein kann. Es ergab sich für die Männer die Zahl

$$t = 2,07,$$

der dazugehörige Wert P betrug

$$P = 0,019 = 1,9\%.$$

Für unsere Berechnung der Kehldeckellänge in Abhängigkeit vom Alter können wir also sagen, daß mit einer Wahrscheinlichkeit von nur $P = 1,9\%$ das positive Vorzeichen der Neigung $b_{yx}^m = + 0,002968$ auf Zufall der kleinen Zahl beruhen kann und somit bei großem statistischem Material ebenfalls ein positives Zeichen zu erwarten wäre.

Für die Frauen ergab sich für die Berechnung des negativen Vorzeichens der Neigung b^w der Wert

$$t = 0,90.$$

Der dazugehörige Wert P war

$$P = 0,184 = 18,4\%.$$

Er besagt, daß mit $18,4\%$ Wahrscheinlichkeit das negative Vorzeichen der Neigung $b_{yx}^w = 0,001081$ nur zufällig ist, somit der Wert b_{yx}^w nicht signifikant ist. D. h., daß die Abnahme der Kehldeckellänge der Frauen mit zunehmendem Alter statistisch nicht gesichert ist.

Weiterhin wurde geprüft, ob der Unterschied, der aus der männlichen und weiblichen Reihe gewonnenen Werte b_{yx} statistisch gesichert ist. Beide Werte von b werden dabei als Stichprobenergebnisse zweier Reihen aufgefaßt und die Frage ist, ob sie als zufällige Abweichungen von einem gemeinsamen Mittelwert aufgefaßt werden können. Nach der Formel beträgt

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2},$$

auf den vorliegenden Fall der Differenz der Regressionskoeffizienten für die Geschlechter angewandt, also:

$$\sigma_{\Delta_b} = \sqrt{\sigma_{b_{yx}^m}^2 + \sigma_{b_{yx}^w}^2}$$

Der Wert beträgt bei uns $\sigma_{\Delta_b} = 0,002528$.

Mit diesem Werte wurde die t-Verteilung für die Differenz von Werten herangezogen. Es ist

$$t = \frac{\Delta}{\sigma_{\Delta}}$$

In unserem Falle ist

$$t = 1,60.$$

In einer entsprechenden Tabelle läßt sich für den Wert t die Zahl P ablesen, die bei uns

$$P = 0,055 = 5,5\%$$

betrug. Das heißt, daß der mittlere Fehler der Differenz beider Neigungen σ_{Δ} mit einer Wahrscheinlichkeit von $P = 5,5\%$ zufällig sein kann. Vermutlich würde sich also bei sehr großem Beobachtungsgut ergeben, daß die Entwicklung der Kehldeckellänge mit dem Alter bei den Männern etwas anders verläuft als bei den Frauen.

D. Besprechung:

Aus den Tabellen ist nun folgendes zu ersehen:

Bei den Männern beträgt das Minimum und das Maximum der durchschnittlichen Kehldeckellänge in je einem Altersjahrzehnt

$$\bar{x} = 3,60 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = 3,80 \text{ cm},$$

das der durchschnittlichen Breite

$$\bar{x} = 2,58 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = 2,73 \text{ cm}$$

und das des Index aus beiden

$$\bar{x} = 0,70$$

$$\bar{x} = 0,72.$$

Eine stetige Zunahme, sowohl der durchschnittlichen Länge, wie der Breite und des daraus resultierenden Quotienten war in Abhängigkeit vom Alter nicht einwandfrei aus den Durchschnittswerten zu ersehen. Die Streuung um die einzelnen Durchschnittswerte ergaben bei der Länge eine Schwankungsbreite von $\sigma_x = 0,39 \text{ cm}$ bis $\sigma_x = 0,50 \text{ cm}$. Sie ist absolut größer als bei den Breiten, aber relativ, d. h. durch den Variabilitätskoeffizienten ausgedrückt, ungefähr gleich. Bei den Quotienten stieg die mittlere Abweichung von $\sigma_x = 0,07$ auf $0,10$ in der letzten Altersklasse an. Eindeutig fiel sowohl bei der Länge als auch bei der Breite der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels ab, während er bei den Quotienten leicht anstieg. Die Abnahme ist durch die größere Anzahl der Fälle in dem hohen Alter bedingt.

Da die bisher errechneten Werte keine eindeutige Zunahme der durchschnittlichen Maße, bezogen auf das Alter, erkennen ließen, wurde mit Hilfe der Korrelationsrechnung festgestellt, ob ein Zusammenhang zwischen Alter und Kehldeckellänge besteht und wie die Abhängigkeitsverhältnisse zu deuten sind. Wie in vielen Fällen, so wurde auch hier eine lineare Abhängigkeit angenommen. Der Korrelationskoeffizient betrug bei den Männern $r = + 0,101$. Es besteht also in geringem Maße ein gleichsinniger Zusammenhang zwischen Alter und Kehldeckellänge. Wie sich aus dem für b gefundenen Wert $t = 2,07$ mit einem P von $1,9\%$ ergibt, besteht eine große Wahrscheinlichkeit für die Annahme, daß die Durchschnittslänge mit dem Alter zunimmt.

Da eine konstante Längenzunahme der Kehldeckel aus den Werten der Tabelle 2 nicht eindeutig zu ersehen war, wurde die Gleichung der gesuchten Regressionsgeraden berechnet, mittels der Methode der kleinsten Quadrate. Der Tangens des Neigungswinkels dieser Geraden (Neigung gegen die Abscissenachse) ist durch den Regressionskoeffizienten b ausgedrückt. In unserem Falle wurde der Wert $b^m = + 0,2968$ gefunden und das positive Vorzeichen mit Hilfe der t -Verteilung bei einem P von $1,9\%$ als wahrscheinlich errechnet. Eine Kehldeckelzunahme von $b^m = + 0,03$ mm pro Jahr stellt also den wahrscheinlichsten Wert dar. Wie die Tab. 4 und 6 im Vergleich mit Tab. 2 zeigen, verlaufen die Durchschnittswerte der Breite und des Index mit dem Alter ähnlich wie bei der Länge, und man kann daher vermuten, daß auch bei ihnen eine allerdings nur sehr geringfügige Regression auf das Alter ziemlich signifikant ist.

Betrachtet man nun die Epiglottismessung bei der Frau, dann ist das Minimum und das Maximum der durchschnittlichen Länge

$$\bar{x} = 3,25 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = 3,33 \text{ cm,}$$

der durchschnittlichen Breite

$$\bar{x} = 2,26 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = 2,42 \text{ cm}$$

und der Durchschnitt des Quotienten

$$\bar{x} = 0,70$$

$$\bar{x} = 0,73.$$

Es besteht also ein bemerkenswerter Größenunterschied verglichen mit den Kehldeckelmaßen beim Mann.

Auffallend in den Tabellen 3, 5 und 7 ist die Abnahme der durchschnittlichen Kehldeckellängen und -breiten, weniger die der Quotienten in den einzelnen Altersklassen. Die mittlere quadratische Abweichung ist durchschnittlich geringer als bei den Männern; sie beträgt bei den Längen zwischen $\sigma_x = 0,46$ cm und $\sigma_x = 0,32$ cm, bei den Breiten liegt sie zwischen $\sigma_x = 0,23$ cm und $\sigma_x = 0,33$ cm. Wie bei den Männern nimmt die mittlere quadratische Abweichung der Quotienten im Alter von $\sigma_x = 0,07$ auf $\sigma_x = 0,10$ zu. Die zufälligen Abweichungsmöglichkeiten des errechneten arithmetischen Mittels vom Durchschnittswert der Kehldeckelmaße nehmen bei den Breiten in den höheren Altersklassen ab, bei den Quotienten stimmt die Zunahme des mittleren Fehlers des Mittelwertes von $\sigma_{\bar{x}} = 0,009$ auf $\sigma_{\bar{x}} = 0,010$ mit dem Wert bei den Männern überein. Obwohl aus den Tabellen eine Abnahme der Kehldeckelmaße im Laufe des Alters zu ersehen war, wollten wir mit Hilfe der Korrelationsrechnung feststellen, ob die Abnahme echt oder nur zufällig ist. So wurde bei den Frauen die Abhängigkeit der Kehldeckellänge vom Alter bestimmt. Dabei ergab sich eine schwache negative Korrelation von $r = -0,043$. Der Betrag, um den die Kehldeckellänge durchschnittlich pro Jahr abnimmt, wurde wieder mit Hilfe der Gleichung der Regressionsgraden bestimmt. Wie schon früher erwähnt, nimmt die Kehldeckellänge pro Jahr durchschnittlich um $b_w = 0,01$ mm ab. Da aber das negative Vorzeichen der Neigung b_w mit 18,4%iger Wahrscheinlichkeit nicht reell ist, ist man nicht berechtigt anzunehmen, daß es im Laufe des Alters bei den Frauen zu einer echten Abnahme der Kehldeckellänge kommt. Entsprechendes gilt auf Grund der diesbezüglichen Tabellen, wie bei den Männern oben dargestellt, auch hier hinsichtlich der Breiten und der Indices. Eine eventuelle Erklärung dafür bietet die Histologie, auf die später noch eingegangen werden soll.

Der Vergleich der Variabilitätskoeffizienten zeigt für beide Geschlechter und für alle Altersklassen, daß das durch ihn ausgedrückte relative Streuungsmaß bedeutend größer ist als bei vergleichenden Messungen anderer linearer Körpermaße. So ergeben die Variabilitätskoeffizienten in einer Arbeit von QUETELET (16) bei Messungen der Brustweite schottischer Soldaten in verschiedenen Regimentern folgende Werte:

Tabelle 10:

Maße des Brustumfanges schottischer Soldaten

Brustumfang	Zahl der Männer	Brustumfang	Zahl der Männer
33 Zoll	3	41 Zoll	934
34 "	18	42 "	658
35 "	81	43 "	370
36 "	185	44 "	92
37 "	420	45 "	50
38 "	749	46 "	21
39 "	1073	47 "	4
40 "	1079	48 "	1
3608		2130	

$$\bar{x} = 39,83$$

Hieraus ergibt sich $\bar{x} = 39,83$ Zoll und $\bar{\sigma} = 2,05$ Zoll, also $\bar{v} = 5,15\%$.

In einer Arbeit von RODEBARTH (18) ergeben sich bei Messungen des Oberarms, Unterarms und der Hand Durchschnittswerte von:

$$\bar{v} = 5,76\%$$

$$\bar{v} = 5,68\%$$

$$\bar{v} = 5,29\%$$

Bei Messungen des Oberschenkels, Unterschenkels und des Fußes:

$$\bar{v} = ,35\%$$

$$\bar{v} = 6,35\%$$

$$\bar{v} = 5,36\%.$$

Das Zeichen $\bar{v}$ bedeutet hierbei, daß es sich um einen Durchschnitt aus den Werten von v für mehrere Altersklassen und beide Geschlechter handelt.

In der Arbeit von SILOMON (20) werden bei Längenmessungen des Ohres bei den Männern Variabilitätskoeffizienten in den einzelnen Altersklassen von $v = 5,98\%$ bis $v = 8,22\%$ gefunden.

Tabelle 11:

Variabilitätskoeffizienten bei Längenmessungen des rechten Ohres bei den Männern und Frauen in den einzelnen Altersklassen

Alter	Variabilitäts- koeffizient in % rechtes Ohr (Männer)	Variabilitäts- koeffizient in % rechtes Ohr (Frauen)
30-40	5,98	8,22
40-50	6,54	6,86
50-60	6,45	6,17
60-70	6,04	5,53
70-80	6,03	6,23

Dagegen liegen die Werte in unserer Arbeit, sowohl bei den Längen- als auch bei den Breiten- und bei den Quotientenmessungen durchschnittlich bei $v = 12,0\%$ bei den Männern und $v = 11,9\%$ bei den Frauen. Die Maße beider Geschlechter variieren somit etwa gleich stark, beide, wie schon gesagt, weit stärker als andere lineare Körpermaße. Es erhebt sich deshalb die Frage, was die Ursachen für das hohe relative Streuungsmaß sind. Einen wesentlichen Punkt könnte man in der Atrophie einzelnen Kehildeckel sehen. So kommt es häufig im Laufe des Lebens zu einer Involution der Organe. HAMPERL (5) erwähnt, daß im atrophischen Gewebe die Zellen sich verkleinern, somit die Kerne dichter beieinander liegen und es sogar zum Verlust ganzer Parenchymzellen kommen kann. Gleichzeitig kommt es zur Abnahme der Elastizität des Epiglottisgewebes. Die Atrophie bewirkt daher nicht nur eine Verkleinerung der Organe, sondern auch häufig eine Gestaltsveränderung in dem Sinne, daß Wölbungen und Rundungen sich abflachen. Allerdings gibt es bei anderen Körpermaßen auch Varianten mit Extremwerten auf Grund ausgesprochen pathologischer Faktoren; z. B. bei der Körpergröße, wie wir es beim endokrinen Zwerge- oder Riesenwuchs sehen.

Wichtiger sind hingegen andere Faktoren, die die Variabilität der Epiglottismaße beeinflussen. Hier ist an erster Stelle wohl die Methode der Messung zu erwähnen, die mit Zirkel und Schublehre durchgeführt wurde. Schon WALDEYER (23) erwähnt in seiner Arbeit, daß Flächenmessungen nur in beschränktem Maße, d. h. jedes Größenmerkmal nur mit einer relativen Genauigkeit bestimmt werden, und die Größe des Beobachtungsfehlers bei jeder Messung von den

- a) Meßinstrumenten,
- b) Beobachtungsgabe und Schulung des Untersuchers

abhängig sein kann. Das könnte auch in unserem Falle durchaus zutreffen, da mit unseren Messungen nur der geradlinige Abstand zweier Punkte bestimmt wird und man den Krümmungen nicht nachgehen kann.

Wie schon MARTIN (11), WALDEYER (23) bei antropometrischen Messungen beobachteten, ist die Variabilität der Maße beim Knochen geringer als bei den Weichteilen. Eine Erklärung wird darin gesehen, daß der Knochen bei Messungen zwar elastisch ist, doch die Fehlerbreite bei Flächen- und Umfangsmessungen von Bindegewebe und Knorpel entsprechend ihrer Elastizität wesentlich höher liegt.

Schließlich spielen für das relative Streuungsmaß Erkrankungen und die Art des Todes, also prämortale Veränderungen, eine wesentliche Rolle für die Gestaltveränderung und die Größe des Kehldeckels. So können Einflußsteuungen, carcinomatöse und endokrine Prozesse in unmittelbarer Nachbarschaft des Epiglottisknorpels seine Gestalt so verändern, daß man einen um 0,7% höheren Variabilitätskoeffizienten erwarten kann. MARTIN (11)

Eine wesentliche Beeinflussung des relativen Streuungsmaßes muß auch durch die postmortalen Veränderungen erwartet werden. Da wir in unserer Arbeit die Messungen des Kehldeckels nur an Sektionsmaterial vornehmen konnten, ergaben sich eine Reihe von Gesichtspunkten. Nicht nur Temperatur, Zeit zwischen Tod, Leichenstarre und Fixierung des Materials spielen eine Rolle, sondern auch, daß die Totenstarre von der Menge der gebundenen Milchsäure im Muskel abhängig ist, WILKES (24). Je mehr die Muskulatur des Kehldeckels prä mortal beansprucht worden ist, umsomehr Milchsäure hat sie gebunden und umso stärker wird die Kontraktion während der Leichenstarre und damit die Verformung des Knorpels sein.

Schließlich spielt nach MARTIN (11) die Tagesschwankung eine Rolle, d. h. bei horizontaler Körperlage fällt der Druck des Körpergewichtes und damit die Reduktion der Belastung fort. Es kann, insbesondere bei elastischem Material, zu einer durchschnittlichen Zunahme bis zu 2 cm kommen, da nach Auflösung der Leichenstarre eine Erschlaffung des Gewebes eintritt. Wird nun während der Starre das Gewebe fixiert, so müssen zwangsläufig Schwankungen in dem untersuchten Material auftreten, die ein relatives Streuungsmaß von $v = 5\%$ bedingen können, WILKES (24).

Schließlich muß noch kurz auf die Fixierlösung des Sektionsmaterials eingegangen werden. In unserem Falle ergab 38% bis 40% Formaldehyd in Wasser gelöst mit einem CaCO_3 Anteil eine 10%ige Formalinlösung. Da in verschiedenen Berliner Pathologien die Lösungen unterschiedlich angesetzt werden (von 5% bis 15% und höher) und zum Teil der CaCO_3 Anteil fehlt, kommt es bei Fehlen des Anteils zu einem rascheren Zersetzen des Formalins in Ameisensäure und somit zu einer stärkeren Zersetzung des Gewebes KRÜGER (8), WILKES (24), so daß man eine Beeinflussung des Streuungsmaßes von $v = 1\%$ erwarten muß.

Nach den oben angestellten Betrachtungen und unter Berücksichtigung der Fehlerquellen können wir mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen, daß das errechnete relative Streuungsmaß beider Geschlechter, sowohl der Längen und Breiten als auch der Quotienten in der Größenordnung von 6 - 7% zu erwarten ist. Zerlegt man nun die gesamte gefundene Varianz in der Weise, daß die Streuungsquadratur, die auf

die einzelnen genannten Faktoren entfallen, von der Gesamtvarianz subtrahiert werden, dann erhält man die Restvarianz, die als Maß der wirklichen biologischen Variabilität gedeutet werden muß. Im vorliegenden Falle ergibt die Berechnung eine Restvarianz, die auf das Quadrat des Variabilitätskoeffizienten umgerechnet $r = 0,014$ beträgt, also den Variabilitätskoeffizienten selbst mit ungefähr $v = 12,0\%$ ergibt. Also scheint es, daß auch bei Berücksichtigung aller Fehlerquellen die Maße der Epiglottis relativ stärker variabel sind als z. B. die Maße der Ohrmuschel oder die Länge der Körperglieder und ihre Abschnitte.

Nach Betrachtung der Tabellen über die verschiedenen Kehldeckelmaße und die Feststellung, daß es sich bei den Männern um ein echtes Wachstum des Kehldeckels mit zunehmendem Alter handelt, während bei den Frauen die Größenabnahme nicht signifikant ist, erhebt sich die weitere Frage, ob diese Größenzunahme bei den Männern histologisch gesichert ist. In der Arbeit von OSTERLAND (13) wird darauf hingewiesen, daß die festgestellte Zunahme der Länge und Breite bei den Männern mit zunehmendem Alter auf einer Anreicherung an Zwischensubstanz und einer Ablagerung von Schlacken innerhalb der Grundsubstanz mit Schwund der elastischen Fasern beruht DREYFUSS (1); LINZBACH (9); PASCHER (14). Gleichzeitig werden vom Perichondrium junge Knorpelzellen gebildet und peripher angelagert. Es laufen degenerative und proliferative Vorgänge gleichzeitig nebeneinander ab. Wir können also annehmen, daß es bei dem männlichen Kehldeckel nur zu einer partiellen Involution kommt und die erhalten gebliebene Proliferationsfähigkeit des Perichondriums überwiegt und somit ein echtes Wachstum bedingt, PELLNITZ (15).

Da bei den Frauen sich statistisch zwar keine signifikante Abnahme der Kehldeckelmaße, aber doch keine Zunahme errechnen ließ, erhebt sich die Frage, wie dieses Ergebnis mit dem histologischen Befund in Einklang zu bringen ist. In der Arbeit von OSTERLAND (13) wird auf die regressiven Veränderungen nach dem 60. Lebensjahr hingewiesen. Da auch das Perichondrium und damit seine Aktivität, neuen Knorpel zu bilden, verloren geht und durch Bindegewebe ersetzt wird, müßte man an eine echte Abnahme der Kehldeckelmaße denken.

Wahrscheinlich wird aber der Bindegewebersatz im Knorpel bei den Frauen stärker ausgeprägt sein, so daß es auch hier nur zu einer partiellen Involution und somit zwar zu keiner gesicherten Abnahme der Länge bzw. der Breite kommt, aber doch wohl nicht zu einer Zunahme. Die Differenz des Verhaltens bei den Geschlechtern mit einem t von 1,60 ist nicht signifikant, aber immerhin beträgt die Wahrscheinlichkeit, daß die Differenz $b^m - b^w$ durch Zufall ausgefallen ist, nur 5,5%.

E. Zusammenfassung:

Bei 814 aus Sektionsmaterial stammenden Kehldeckeln wurden nach Präparation Längen- und Breitenmessungen vorgenommen und die Indices bestimmt. Von den untersuchten Kehldeckeln fielen 408 auf das männliche und 406 auf das weibliche Geschlecht. Bei der näheren statistischen Untersuchung der Durchschnittslängen und -breiten wurde eine echte Zunahme mit steigendem Alter bei den Männern erst mit Hilfe der Korrelationsrechnung, der Neigung der Regressionsgeraden und der t-Verteilung errechnet. Bei den Frauen wurde statistisch nachgewiesen, daß es beim Älterwerden zu einer Abnahme der Kehldeckelmaße kommt, die jedoch nicht signifikant ist. Hier wurden die Untersuchungsergebnisse von OSTERLAND (13) und PELLNITZ (15) im wesentlichen bestätigt. Daß der in unserer Arbeit auftretende Variabilitätskoeffizient im Vergleich zu anderen linearen Körpermaßen sehr groß ist, konnte auf die unterschiedlichen Meßmethoden und die prä- und postmortalen Veränderungen zurückgeführt werden. Das echte Wachstum des Kehldeckels bei den Männern war histologisch mit den Erklärungen aus den Arbeiten von OSTERLAND (13) und PELLNITZ (15) in Einklang zu bringen, während die Abnahme der Maße bei den Frauen nicht gesichert werden konnte. Histologisch wäre sie durch eine vermehrte Bindegewebszunahme bei Enddifferenzierung des Knorpels erklärbar.

Literatur

1. DREYFUSS, R. :
Normale und krankhafte Verknöcherungen im Kehlkopf und der Luftröhre.
Brun's Beitr.klin.Chir. 102, 426 - 437, (1916)
2. ELZE, C. :
Anatomie des Kehlkopfes und des Tracheobronchialbaumes.
In Hdbch. d. Hals-Nasen-Ohrenhk. 1, 228 - 237
München: J.F. BERGMANN (1925)
3. FRÄNKEL, E. :
Über die Verknöcherung des menschlichen Kehlkopfes.
Fortschr. Röntgenstr. 12, 151 - 168 (1908)
4. FREUDENBERG, K. :
Die statistischen Methoden.
In Abderhalden's Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden
Abt. IV, Teil 11
Berlin, Urban und Schwarzenberg 1930.
5. HAMPERL, H. :
Lehrbuch der allgemeinen Pathologie.
23, 138 - 139 (1957) Springer-Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg.
6. HENKE, R. :
Zur Morphologie der Epiglottis. Ihre Varietäten und Anomalien
im Spiegelbild.
Berlin: O. Coblentz (1899)
7. HOSEMAN, H. :
Die Grundlagen der statistischen Methoden für Mediziner und
Biologen.
Georg Thieme Verlag Stuttgart (1949).
8. KRÜGER, P. und GÜNTHER, P. G. :
Fasern mit Fibrillenstruktur und Fasern mit Felderstruktur in
der quergestreiften Skelettmuskulatur der Säuger und Menschen.
Z. f. Anat. u. Entw. gesch. 118, 313 - 323 (1955)
9. LINZBACH, A. J. :
Vergleich der dystrophischen Vorgänge am Knorpel und Arterien
als Grundlage zum Verständnis der Arteriosklerose.
Virchow's Arch. path. Anat. 311, 432 - 508 (1944).

10. LUSCHKA, H. von:
Der Kehlkopf des Menschen.
Tübingen: Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung (1871).
11. MARTIN, R. u. SALLER, K.:
Lehrbuch der Anthropologie.
Gustav Fischer Verlag Stuttgart (1959).
12. MÖLLENDORF, K. u. SZYMONOWICZ, L.:
Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie.
Leipzig: C. Kabitsch (1930).
13. OSTERLAND, R.:
Untersuchungen an menschlichen Kehldeckeln unter besonderer
Berücksichtigung der regressiven Veränderungen.
Berliner Medizin 13, 216 - 224 (1962).
14. PASCHER, M.:
Zur Kenntnis der Altersveränderungen in den menschlichen
Kehlkopfknorpeln, insbesondere der körnigen Entartung der
Knorpelgrundsubstanz der Vascularisations-, Resorptions-
und Verknöcherungsbefunde.
Virchow's Arch. path. Anat. 246, 198 - 237 (1923).
15. PELLNITZ, D.:
Über den durch das Altern bedingten Gestaltwandel der mensch-
lichen Epiglottis.
Arch. Ohr-, Nas. - u. Kehlk. -Heilk. 178, 350 (1961).
16. QUETELET, A.:
Abhandlung über die Entwicklung der Fähigkeiten des Menschen.
Verlag von Gustav Fischer, Jena (1921).
17. RIEBESELL, P.:
Mathematische Statistik und Biometrik.
Otto Salle Verlag, Frankfurt a. M. (1944).
18. RODEBARTH, L.:
Korrelation der Extremitäten im Wachstumsalter.
Dissertation an der Medizinischen Universität Berlin
(noch nicht veröffentlicht).

19. SCHADE, H. :
Die physikalische Medizin in der inneren Medizin.
Dresden u. Leipzig: Steinkopf (1921).
20. SILOMON, R. :
Untersuchungen über das Größenwachstum der menschlichen Ohrmuschel.
Inaug. Diss. Berlin (1955).
21. VOSS, H. u. HERRLINGER, R. :
Taschenbuch der Anatomie.
Fischer-Verlag, Stuttgart (1954).
22. WACHSMUTH, H. u. LANZ, T. von:
Praktische Anatomie Bd. 1/2.
Springer Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg (1955).
23. WALDEYER, A. :
Zur Individual- und Rassenanatomie des menschlichen Kehlkopfes.
Zeitschr. Morph. Antrop. 26, 68 (1927).
24. WILKES, W. :
Strukturveränderungen an quergestreiften Muskelfasern durch physiko-chemische Einwirkungen.
Ztschr. f. mikr.-anat. Forsch. 62, 51 - 69 (1956).

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. med.
et phil. K. Freudenberg für die freundliche Über-
lassung des Themas zu der Dissertation und für
seine beratende Hilfe und Unterstützung bei der
Fertigstellung der Arbeit danken.

Lebenslauf

Am 13. 5. 1933 wurde ich, Klaus, Heinz, Erich Uhl, als Sohn des Arztes Dr. med. Rudolf Uhl in Göttingen geboren. Von 1940 - 1955 besuchte ich die Volksschule und das Zeppelin-Gymnasium zu Lüdenscheid in Westfalen. Nach bestandenem Abitur im Jahre 1955 begann ich das Studium der Medizin zu Göttingen, bestand dort im Jahre 1957 das Physikum. Von dort wechselte ich im Herbst 1957 zur Freien Universität Berlin über und absolvierte dort im April 1960 das Staatsexamen mit der Note: Gut.

Das Thema zu meiner Dissertation erhielt ich im Januar 1961 von Herrn Professor Dr. med. et phil. Karl Freudenberg. Die Arbeit schloß ich Anfang 1963 ab.

